3. Übungsblatt Struktur der Materie (Kernphysik)

Einfache Fragen

Frage 1:

Welche verschiedenen Arten von radioaktiven Zerfällen kennen Sie? Wie verändern sich bei diesen Zerfällen die Kernladungszahl Z und die Massenzahl A ?

Frage 2:

Wodurch wird die Halbwertszeit eines Kerns gegenüber α -Zerfall bestimmt? Diskutieren Sie die Existenz von α -Zerfällen mit Energien $E_\alpha > 10$ MeV!

Frage 3:

Wie sieht das Energiespektrum von α -Teilchen beim α -Zerfall aus? Warum weicht die Energie des α -Teilchens vom Q -Wert des Zerfalls ab?

Vertiefende Aufgaben

Aufgabe I:

Leiten Sie den Q -Wert des Elektroneneinfangs Q_ϵ und des β^+ -Zerfalls in Abhängigkeit der beteiligten Atommassen ab! Welcher der beiden Zerfälle ist energetisch günstiger? Bestimmen Sie $Q_{\beta^+}({}^{88}\text{Y})$ und $Q_\epsilon({}^{88}\text{Y})$.

Atomic mass excess (in MeV):

$$\Delta({}^{88}_{38}\text{Sr}) = -87.9197, \Delta({}^{88}_{39}\text{Y}) = -84.297, \Delta({}^{88}_{40}\text{Zr}) = -83.624$$

Bindungsenergien der K-Elektronen (in keV): $B_n(e^-, {}^{88}_{39}\text{Y}) = 17.04$

Aufgabe II:

Beim Elektroneneinfang von ${}^7\text{Be}$ wird im gebildeten Kern ${}^7\text{Li}$ in ca. 90% aller Zerfälle der Grundzustand bevölkert.

Atomic mass excess (in MeV):

$$\Delta({}^7\text{Be}) = 15.7700, \Delta({}^7\text{Li}) = 14.9081$$

- Berechnen Sie die Neutrino-Energie, die bei diesem Elektroneneinfang von ${}^7\text{Be}$ auftritt. Vernachlässigen Sie dabei die Bindungsenergien der Atomelektronen.
- Wie lässt sich der Elektroneneinfang von ${}^7\text{Be}$ experimentell nachweisen?
- Berechnen Sie den Q -Wert von ${}^7\text{Be}$ gegenüber β^+ -Zerfall? Diskutieren Sie die Halbwertszeit von „nacktem“ ${}^7\text{Be}^{4+}$.

Aufgabe III:

(a) Wie hängen beim α -Zerfall Q-Wert und Energie des emittierten α -Teilchens zusammen?

Berücksichtigen Sie hierbei den Rückstoß des Tochterkerns!

(b) ^{210}Po besitzt einen Q-Wert von 5.407 MeV. Wie groß ist demnach die kinetische Energie des emittierten α -Teilchens?